

NÁDIA YOSHIKAWA

**IDENTIFICAÇÃO DE GARGALOS NA ETAPA MAIS CRÍTICA
DE PRODUÇÃO DE REAGENTES**

CURITIBA

2012

NÁDIA YOSHIZAWA

**IDENTIFICAÇÃO DE GARGALOS NA ETAPA MAIS CRÍTICA
DE PRODUÇÃO DE REAGENTES**

Artigo apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Especialista, Curso de
Pós-Graduação MBA em Gestão da Qualidade
da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Ph.D. José Eduardo Pécora
Junior

CURITIBA

2012

IDENTIFICAÇÃO DE GARGALOS NA ETAPA MAIS CRÍTICA DE PRODUÇÃO DE REAGENTES

Nádia Yoshizawa¹

José Eduardo Pécora Junior²

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo de caso de uma empresa fabricante de reagentes e tem como objetivo identificar os gargalos que ocorrem na etapa mais crítica de sua produção. Através da análise das informações obtidas, utilizando-se ferramentas da qualidade, verificou-se que o envase era a etapa de menor capacidade produtiva e os seus gargalos eram, na grande maioria, problemas relacionados aos equipamentos utilizados nessa etapa. Algumas das melhorias propostas para aumentar a capacidade produtiva são tangíveis e de baixo custo, outras dependem de investimentos. Para a empresa, ter o conhecimento da localização dos gargalos é de grande importância para que possa agir corretamente e dessa forma reduzir o tempo de fabricação e aumentar a produtividade.

Palavras chave: identificação de gargalos, produção enxuta, ferramentas da qualidade

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a atenção das indústrias está voltada para o controle do processo e a qualidade do que se produz (SILVA & SPONTEADO, 2009), mas a globalização cria a necessidade de melhorias de suas operações (PONTES et al, 2006).

Por ser um sistema, o sucesso ou o fracasso de uma organização depende da forma como seus diferentes processos interagem entre si. Há uma busca constante pela otimização da produção. Para garantir sua competitividade e continuar em condições de manter as suas operações, as empresas devem avaliar constantemente o comportamento do seu processo, observando seus pontos críticos e identificando algum tipo de deficiência de capacidade produtiva. A essa

¹ Farmacêutica pós-graduada em Gestão da Qualidade pela Universidade Federal do Paraná

² Professor Orientador da Universidade Federal do Paraná

deficiência dá-se o nome de gargalo (BELINCANTA et al, 2006; HENRIQUES, 2006; SILVA, 2010).

Gargalos são todos os pontos dentro de um sistema industrial que limitam a capacidade final de produção, gerando baixa produtividade e perda de performance (MAROUELI, 2008). O gerenciamento desses recursos restritivos assim como a melhoria da qualidade é fundamental no processo de gestão e possui como objetivo aumentar a produtividade, reduzir os custos e atender as necessidades dos consumidores (PONTES et al, 2006).

Este artigo trata-se de um estudo de caso realizado em uma indústria de reagentes em que se procura identificar, dentre os principais processos, os gargalos da etapa mais crítica de produção.

2. JUSTIFICATIVA

Gargalos existem em todas as empresas limitando a produção de todo o processo e influenciam diretamente na produtividade e performance das etapas seguintes do processo produtivo. A identificação de gargalos que a produção e as instalações industriais impõem ao processo é fundamental para auxiliar a organização na tomada de decisões, principalmente em relação a sua capacidade produtiva. Além de ser uma oportunidade de melhoria contínua, contribui para eliminar desperdícios, equilibrar a utilização dos recursos empresariais, aumentar a qualidade, diminuir os tempos de produção, reduzir custos e aumentar a produtividade.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Identificar os gargalos na etapa mais crítica de fabricação de reagentes.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a etapa crítica de produção
- Medir o tempo das operações

- Utilizar ferramentas da qualidade na identificação dos gargalos
- Sugerir melhorias para os gargalos encontrados

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Gargalo Produtivo

De acordo com Silva & Sponteado (2009), um processo perfeito é:

- Valoroso – não há desperdícios
- Capaz – sempre apresenta bons resultados, do princípio ao fim do processo
- Disponível – sempre trabalha quando deve trabalhar
- Adequado – não há gargalos, produz com a frequência requerida
- Flexível – está apto a rapidamente mudar de um produto para o outro

Mas não há um processo perfeito. Segundo a Teoria das Restrições, todo sistema possui pelo menos uma, e não mais que poucas restrições ou fatores limitantes, que limita seu desempenho em qualquer que seja o tipo de serviço ou processo (HENRIQUES, 2006; SILVA, 2010).

Em determinado sistema produtivo, restrições são todos os processos, máquinas, meios ou até comportamentos que impedem o sistema de atingir o máximo de seu desempenho (BARROS & MOCCELLIN, 2004).

De acordo com Umble e Srikanth (1995), apud Glauche (2005), gargalo é o processo do sistema de produção com a menor capacidade produtiva, representando a restrição máxima na capacidade de produção do sistema de produção como um todo.

Barros & Moccasin (2004), apud Stein (1997) define as restrições como: comportamentais, gerenciais, de capacidade, de mercado e logísticas. Todas estão inter-relacionadas afetando-se mutuamente.

Na restrição de capacidade, o conceito mais difundido no chão de fábrica é o de estágio gargalo de produção ou, simplesmente, gargalo. (BARROS & MOCCELLIN, 2004).

O gargalo produtivo pode ser considerado uma falha do planejamento produtivo que acarreta em redução da capacidade produtiva e conseqüentemente perda de eficiência e recursos, sejam eles financeiros ou humanos já que impede a empresa em atender plenamente a demanda por seus produtos (MAROUELI, 2008; PESSOA & CABRAL, 2005; SILVA, 2010).

Para aumentar a eficiência do sistema produtivo, o gargalo deve ter sua administração destacada em relação ao restante do sistema, uma vez que qualquer perda de desempenho nesse recurso significa perda direta estendida a todo o sistema, enquanto uma eventual perda em outro recurso pode ser mais facilmente recuperada e diluída no tempo da produção (BARROS & MOCCELLIN, 2004).

Nem sempre é fácil localizar gargalos, mais difícil ainda é eliminá-los. Ainda mais quando houver vários deles combinados dentro do sistema produtivo. A correta identificação e ação sobre o gargalo são indispensáveis para a tomada de decisão com relação à capacidade produtiva ótima da empresa e é crucial para manter a competitividade da empresa, uma vez que sua existência pode representar enormes custos, enquanto sua eliminação pode trazer grande economia e eficácia produtiva (MAROUELI, 2008; BELINCANTA et al, 2006; GLAUCHE, 2005; PESSOA & CABRAL, 2005).

Se o gargalo for temporário e de fácil resolução, o comprometimento da capacidade final da empresa não será tão prejudicada. Se o gargalo for permanente, todo o sistema acabará se equilibrando ou se adequando em função dessa limitação. É preciso verificar em que momento o gargalo ocorre, ou seja, em qual estágio da produção ele está localizado (MAROUELI, 2008).

Como resultado da redução ou eliminação dos gargalos produtivos, a organização obtém melhoria na produtividade, reduz os desperdícios de recursos e conseqüentemente aumenta o resultado, ou seja, obtém maior lucratividade (MAROUELI, 2008; BELINCANTA et al, 2006).

4.1.1 Teoria das Restrições (TOC)

De acordo com Goldratt e Cox (2000), apud Belincanta et al (2006) e Glauche (2005), a Teoria das Restrições é a metodologia para a identificação e controle dos gargalos. Esta inclui a verificação e análise dos processos globais da empresa (NEUMANN et al, 2004).

A TOC sugere um processo de melhoria contínua dos processos de produção para a redução das restrições (HENRIQUES, 2006). Relaciona a análise e o balanceamento do fluxo de processo e a resolução dos gargalos em um sistema de produção (NEUMANN et al, 2004).

Através da aplicação dessa teoria, melhorias imediatas no resultado das organizações são percebidas e, através de uma abordagem de aprimoramento contínuo, as organizações podem se planejar para suprir também as necessidades futuras (SILVA, 2010).

4.2 Lean Manufacturing ou Produção Enxuta

Lean Manufacturing ou Produção Enxuta é basicamente uma filosofia de gestão focada na redução de desperdícios na produção por meio da melhoria contínua para otimizar processos e procedimentos. Isso envolve mudanças nas práticas de gestão de qualidade e gestão de operações utilizadas para melhorar e gerenciar os processos produtivos (SILVA, 2010; BANAS QUALIDADE, 2012; RIANI, 2006).

Os principais objetivos do Lean Manufacturing são desafiar todos os processos para simplificar, racionalizar, sincronizar e criar economias de custo. Além disso, ajuda a melhorar a movimentação de materiais, estoque, qualidade, planejamento, pessoal e satisfação do cliente (BANAS QUALIDADE, 2012).

Eliminando os desperdícios ou perdas como atividades que não trazem valor ao negócio, níveis de estoque desnecessários, retrabalho, tempo de paradas e de esperas, verifica-se que a qualidade aumenta e os tempos de produção e seus custos diminuem (SILVA, 2010; PENA et al, 2012; BANAS QUALIDADE, 2012; NEUMANN et al, 2004).

Segundo Toledo (2002), citado por Dias (2006), o pensamento enxuto pode ser entendido como a forma de produzir cada vez mais com cada vez menos recursos e mão de obra, ao mesmo tempo, aproximar-se dos clientes e oferecer aquilo que eles realmente almejam, tornando o trabalho mais satisfatório e oferecendo retorno imediato sobre os esforços da transformação do desperdício em valor.

O princípio básico desta filosofia é combinar novas técnicas gerenciais com máquinas cada vez mais sofisticadas (RIANI, 2006), aliadas aos métodos de melhoria da qualidade e outras ferramentas como a Just in Time (JIT), Kanban, Kaizen, fluxo unitário de peças, células de trabalho ou de produção, automação e o nivelamento de produção para fazer cada vez mais com cada vez menos. (PENA et al, 2012).

No sistema de produção enxuta podem ser utilizadas diversas ferramentas e técnicas, que permitem que a produção seja extremamente flexível e adaptável, capaz de enfrentar melhor as mudanças conjunturais e de mercado (PENA et al, 2012).

Em síntese, a produção enxuta baseia-se principalmente na integral eliminação dos desperdícios, redução do lead time (tempo que leva para uma peça percorrer todo o caminho no chão de fábrica), melhoria no processo de parada na preparação de seus materiais, melhor qualidade dos produtos, menor custo, maior segurança, alteração da rotina de funcionários e a eliminação de excessos de pessoas, de estoques e de equipamento tornando uma empresa extremamente competitiva, aumentando o seu lucro e a sua produtividade (PENA et al, 2012).

Dessa forma, a essência do Sistema Toyota de Produção é a busca incessante da eliminação de toda e qualquer perda (RIANI, 2006).

4.3 Ferramentas da Qualidade

A qualidade não pode estar separada das ferramentas básicas usadas no controle, melhoria e planejamento da qualidade, já que estas fornecem dados que ajudam a compreender a razão dos problemas de um processo, produto ou

serviço e, com a análise, auxiliam na busca de soluções para eliminá-los (MARTINS JR, 2012; MARQUES et al, 2012).

Coelho et al. (2011) relatam como as ferramentas da qualidade auxiliam na identificação de gargalos ao serem utilizadas para investigar e analisar os problemas e as principais causas de produtos e serviços não conformes.

As ferramentas podem ser utilizadas em conjunto ou separadamente. Entre as ferramentas mais utilizadas para verificar a relação de causa e efeito estão o diagrama de Ishikawa e o diagrama de Pareto.

O primeiro propõe uma representação gráfica para o processo de identificação das principais causas que podem estar contribuindo para um determinado problema (LIMA & VILELA JR, 2004; MARTINS JR, 2012). As hipóteses geradas a partir dessas possíveis causas devem ser analisadas caso a caso (PENA et al, 2012).

O diagrama de Pareto também auxilia na identificação da principal causa de uma dada situação já que mostra o problema de cada um dos eventos que estão sendo estudados. Os eventos com maior participação nos problemas devem ter prioridade para solução (PENA et al, 2012; ADI16). Slack et al. (1993), apud (LIMA & VILELA JR, 2004), afirmam que este completa a visão iniciada pela aplicação do diagrama de Ishikawa, distinguindo entre o que é importante e o que é menos importante.

5. ESTUDO DE CASO

A empresa em estudo é uma multinacional de médio porte do setor farmoquímico fabricante de reagentes.

Como alvo do estudo, foi escolhido o reagente diluente isotônico. Escolheu-se este produto devido a sua alta demanda no mercado. Por ser o reagente mais vendido, sua frequência de fabricação é em torno de 20 lotes por mês. Cada lote produz 720 unidades do reagente, que se apresenta em embalagem de 20L e peso líquido mínimo de 21 Kg.

Para o cumprimento dos objetivos estabelecidos, inicialmente foram coletados dados sobre o processo e as operações realizadas. Foi realizado o

acompanhamento da produção do reagente através da observação das operações e da medição e registro dos tempos das etapas para a identificação da etapa mais crítica de produção assim como dos seus gargalos produtivos. Dados de tempo do processo, como o tempo de pesagem, tempo de mistura, tempo de enchimento do tanque e tempo de envase foram coletados no período de abril a junho de 2012, já os tempos das paradas de 25/05/12 a 29/06/12. Após análise dos dados, melhorias foram propostas.

O processo de fabricação do reagente segue o fluxo abaixo:

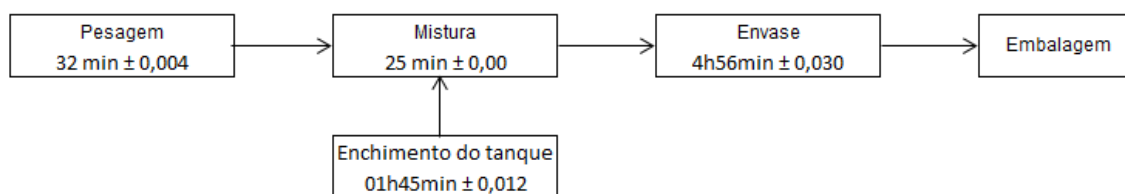


FIGURA 1 – Fluxograma do processo de fabricação do reagente

A Figura 1 mostra, além das etapas de produção, o tempo médio que cada etapa leva para ser finalizada. Também mostra o desvio padrão calculado, que nesse caso, possui pequena variabilidade. Para melhor visualização e por ser uma das ferramentas mais eficientes para encontrar problemas, um gráfico de Pareto foi construído com os dados de tempo coletados (Figura 2).

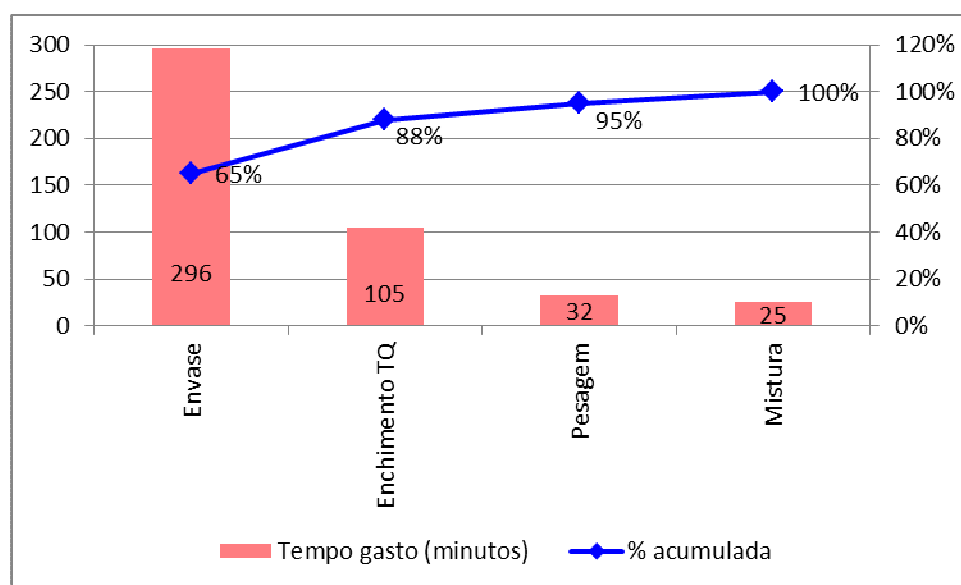


FIGURA 2 - Gráfico de Pareto dos tempos do processo

Pela análise do fluxograma de produção do reagente e do gráfico de Pareto, nota-se que o tempo de envase é o recurso de maior restrição de todo o processo, ou seja, o envase é a etapa gargalo do processo produtivo porque leva aproximadamente 5 horas para envasar o volume de 15 toneladas produzido na etapa anterior de enchimento do tanque. Como o enchimento do tanque é realizado em menos de 2 horas, essa etapa fica com capacidade ociosa.

Essa observação está de acordo com o descrito por Maroueli (2008), que diz que a presença de um gargalo significa gerar ociosidade de uma ou mais partes de um sistema, o que adiciona a cada unidade dos produtos maior parcela dos custos fixos.

Com relação ao custo do produto, o reagente será mais caro se a produção demorar mais tempo para ser finalizada. Portanto, qualquer problema que ocorra durante a produção como paradas, reinspeções e retrabalhos, gera aumento do custo unitário do produto.

Para auxiliar a indústria a alcançar a meta de realizar o envase em menos de 3 horas, é importante identificar as causas fundamentais do problema ou os gargalos da etapa mais crítica da produção. A identificação dos gargalos foi realizada através do acompanhamento da operação, assim como de um *brainstorming* com os operadores de produção. O resultado é mostrado no diagrama de Ishikawa (Figura 3).

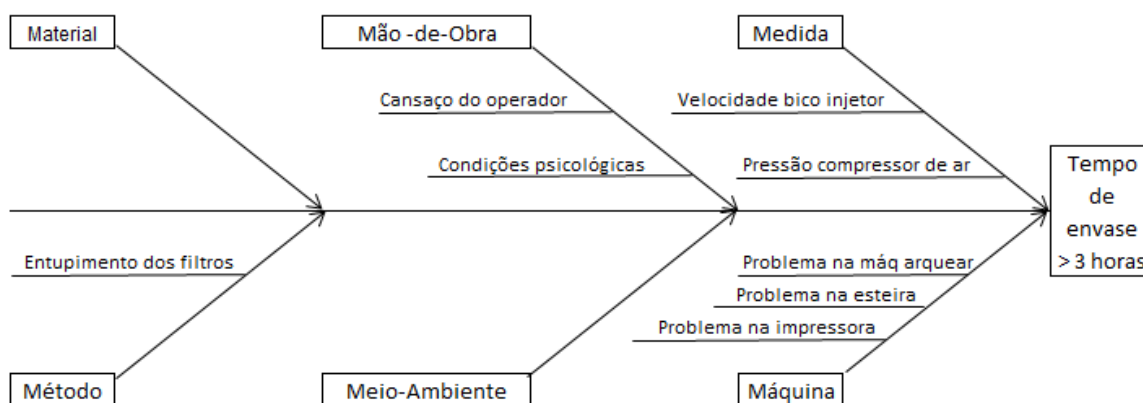


FIGURA 3 – Diagrama de Ishikawa

Como podem ser observados, os gargalos da etapa de envase estão relacionados à máquina, medida, mão-de-obra e método. Com relação à máquina, os problemas citados podem manter o processo parado por 15 minutos ou até por 3 horas dependendo da frequência com que ocorrem durante a fabricação do lote ou dependendo do problema que pode requerer assistência técnica especializada. Dentre as causas de tempo de parada e espera, a mais frequente é a máquina de arquear: para de funcionar, arrebenta a fita de arqueação ou esta enrosca na máquina. A esteira geralmente apresenta problemas nos roletes, que impedem que os produtos sejam levados à área de embalagem final. Já os problemas que a impressora apresenta estão mais relacionados a falhas na impressão, que podem gerar etiquetas sem lote e validade ou em que estas informações estejam ilegíveis ou não entendíveis.

Os gargalos identificados com relação à medida foram citados pelos operadores já que não é fácil perceber apenas no acompanhamento da operação. O equipamento de envase possui apenas dois bicos injetores, que possuem uma velocidade controlada para fazer o envase do reagente e não funcionam ao mesmo tempo. Quando um lado atinge o peso mínimo, o outro inicia o enchimento, que leva em torno de 2,5 minutos para cada unidade. Outra causa levantada foi a pressão do compressor de ar. O uso deste equipamento é necessário para fazer a insuflação da embalagem primária. De acordo com os operadores de produção, com o uso, a pressão do compressor de ar cai e começa a falhar, levando-se mais tempo para fazer a insuflação da embalagem primária.

Relacionado ao método, tem-se o gargalo filtro. No processo, o reagente é filtrado antes de ser envasado. O reagente passa por um conjunto de três filtros, que possuem tamanhos diferentes de retenção de partículas e estão em estágios diferentes. A velocidade com que o reagente passa será mais rápida ou não dependendo do estágio do filtro. Como retém partículas, após a primeira utilização, os filtros já começam a entupir. Portanto, dependendo da combinação do estágio dos filtros para formar o conjunto, o envase pode levar mais tempo devido ao entupimento dos filtros.

O gargalo ocasionado pela mão de obra também foi levantado, não pela falta dela, mas pelas questões físicas e psicológicas. Nessa etapa, há somente um

operador que permanece na função do início ao fim do envase. Se este estiver cansado, desmotivado ou com algum problema familiar, o mesmo não terá um bom rendimento na função que está exercendo.

De acordo com a Teoria das Restrições, após a identificação, é importante atuar nesses gargalos, controlando-os. Para melhorar o desempenho das restrições levantadas, algumas melhorias foram sugeridas (Quadro 1).

QUADRO 1 – Sugestões de melhorias para os gargalos encontrados

Gargalos	Melhorias
Problemas na máquina de arquear	Fazer verificação diária antes de iniciar a fabricação do lote; Fazer manutenção preventiva de 3 em 3 meses; Treinar os operadores de produção em ajustes simples e na detecção de possíveis problemas; Trocar a máquina por uma de maior capacidade.
Problemas na esteira	Fazer verificação diária antes de iniciar a fabricação do lote; Treinar os operadores de produção em ajustes simples e na detecção de possíveis problemas.
Problemas na impressora	Fazer verificação e testar o equipamento antes de iniciar a fabricação do lote; Treinar os operadores de produção em ajustes simples e na detecção de possíveis problemas.
Velocidade do bico injetor	Aumentar a velocidade do bico injetor, trocando o bico por um com capacidade maior de vazão.
Pressão do compressor de ar	Trocar o compressor de ar por um com capacidade maior que atenda ao processo.
Cansaço do operador	Adotar um programa de rotatividade de função, ou seja, alternar o operador que fica na posição de envase a cada 2 horas para evitar fadiga do mesmo.
Condições psicológicas do operador	Trocar o operador de função, colocando-o em uma função que exija menos atenção e rapidez.
Entupimento dos filtros	Rever quantas vezes um mesmo filtro pode ser reutilizado e a combinação dos estágios do filtro para que se evite o uso de conjuntos que já estejam com muitas partículas retidas. Colocar um equipamento para medir o diferencial de pressão na entrada e na saída do filtro.

A maioria das melhorias propostas são tangíveis e de baixo custo, algumas dizem respeito a melhoria de equipamentos e dispositivos, o que requer investimento e avaliação econômica. Uma vez que esses gargalos sejam resolvidos, haverá redução do tempo de produção, redução de custos e ganho de produtividade porque a indústria conseguirá alcançar a meta de envasar o reagente em até 3 horas e será possível a produção de três lotes em dois dias.

Com base no exposto, podemos afirmar que para a organização é fundamental ter o conhecimento, a ação e o controle sobre os gargalos já que

estas informações irão auxiliar na tomada de decisão sobre a capacidade produtiva.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com NEUMANN et al. (2004), cada organização possui uma realidade específica e a aplicação de qualquer modelo de organização industrial deve ser adaptada a particularidade de cada uma.

No caso da empresa em estudo, verificou-se que o processo de fabricação do reagente escolhido apresenta deficiência na capacidade produtiva e tanto a Teoria das Restrições quanto o *Lean Manufacturing* podem ser aplicados na resolução dos problemas encontrados porque ambos visam a melhoria contínua e consequentemente o aumento da produtividade. A primeira através da identificação e controle de gargalos produtivos e a segunda através da redução de desperdícios na produção, por exemplo, os tempos de parada e espera.

O uso e a aplicação de ferramentas da qualidade também é essencial na identificação dos gargalos pois facilita a compreensão do problema e ajuda na busca das causas e soluções para as restrições.

Pode-se concluir que este estudo de caso conseguiu atingir os objetivos propostos inicialmente. Para a organização, este estudo foi de grande importância porque mostrou onde é necessário agir para que haja uma redução do tempo de fabricação e o aumento da produtividade. Identificar corretamente e ter controle sobre os gargalos são fundamentais para que a empresa tome as decisões corretas sobre a sua capacidade produtiva.

REFERÊNCIAS

_____. *Lean Manufacturing / Produção Enxuta. Ferramentas da Qualidade – Revista BQ – Banas Qualidade*. Disponível em: agente.epse.com.br/banas-qualidade/qualidade661320666.PDF. Acesso em 02/09/12.

BARROS, A. D. & MOCCELLIN, J.V. Análise da flutuação do gargalo em flow shop permutacional com tempos de setup assimétricos e dependentes da sequência. *Gestão & Produção*, v.11, n.1, p.101-108, jan-abr, 2004.

BELINCANTA, F. P.; NEURY, M. L. & SAMED, M. M. A. **Otimização da produção segundo a teoria das restrições: análise de suas aplicações em uma indústria de embalagens plásticas.** XIII SIMEP, Bauru, 2006.

COELHO, F. D.; FAGUNDES, V. L. C.; FARIA, A. R. S. & LACERDA, J. R. **Ferramentas da qualidade aplicadas ao aprimoramento do nível de serviços ao cliente de uma indústria gráfica.** Artigo publicado no XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Belo Horizonte, 2011.

DIAS, R. L. T. Conceitos de manufatura enxuta aplicados a uma indústria de suprimentos e dispositivos médicos. **Monografia de Conclusão de Curso.** Juiz de Fora, 2006.

GLAUCHE, R. W. Diretrizes para identificação de gargalos em processo de produção de obras de construção civil residenciais. **Tese de Mestrado.** Porto Alegre, 2005.

HENRIQUES, R. P. Modelo de apoio à decisão para a pontualidade na indústria de confecção. **Tese de Mestrado.** Rio de Janeiro, 2006.

LIMA, R. R. & VILELA JR., C. D. **O Aumento da Competitividade de Uma Indústria Através da Identificação e Eliminação de Gargalos Informacionais: Um Estudo de Caso.** Trabalho apresentado no EnANPAD 2004. Disponível em: http://www.anpad.org.br/evento.php?acao=trabalho&cod_edicao_subsecao=39&cod_evento_edicao=8&cod_edicao_trabalho=852. Acesso em 20/08/2012.

MARQUELI, C. A. **Gargalos de Produção.** Artigo publicado em 12 de março de 2008. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/informase/artigos/gargalos-de-producao/21678/>. Acesso em 08/08/2012.

MARQUES, J. C.; ANDRADRE, E.; ABREU, M. L.; SILVA, T. & CUNHA, V. Ferramentas da qualidade. Controle de Qualidade. Universidade da Madeira. Disponível em: max.uma.pt/.../microsoft_word_ferramentas_da_qualidade.pdf. Acesso em 07/09/2012.

MARTINS JR., V. A. As 7 ferramentas da qualidade. Revista Mobilizar. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/3566801/As-7-ferramentas-da-Qualidade>. Acesso em 07/09/2012.

NEUMANN, C. S. R.; GIACOMET, G. T. S. P.; NARDI, K. C. & SILVA, S. C. **Otimização do gargalo produtivo: do levantamento à implementação das melhorias.** Artigo publicado no XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Florianópolis, 2004.

PENA, S. D.; PAES, G. K. A. A.; COUTINHO, E. C.; GUTIERREZ, L. A. C. L. & BARBOSA, A. J. S. **Melhoria do processo produtivo de uma empresa do setor**

oleiro-cerâmico por meio da utilização de técnicas de produção enxuta e de avaliação de impactos ambientais. Disponível em: <https://www.casnav.mar.mil.br/spolm/pdf/102810.pdf>. Acesso em 28/08/2012.

PESSOA, P. A. P. & CABRAL, J. E. O. **Identificação e análise de gargalos produtivos: impactos potenciais sobre a rentabilidade empresarial.** XXV ENEGEP. Porto Alegre, 2005.

PONTES, H. L. J.; YAMADA, M. C.; CARMO, B.B.T. & PORTO, A. J. V. **Identificação e análise do gargalo em uma linha de montagem de componentes automotivos utilizando simulação.** Artigo publicado no III SEGet – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2006.

RIANI, A. M. Estudo de caso: o *Lean manufacturing* aplicado na Becton Dickinson. **Monografia de Conclusão de Curso.** Juiz de Fora, 2006.

SILVA, F. P. de S. Estudo de Caso: Gerenciamento de Gargalos de Produção. **Trabalho de Conclusão de Curso.** Capivari, 2010.

SILVA, E. D. & SPONTEADO, C. R. **MES e Eficiência de linhas de produção.** Aquarius Software. Ed 2. São Paulo, 2009.